

異なる希釈ガスを用いた RF 低圧テトラメチルシランプラズマにおける電極への入射イオンの質量分析

Mass Spectrometric Study on Incident Ions on Electrode in Low-Pressure RF Tetramethylsilane Plasmas with Different Dilution Gases

千葉工業大学¹, 名城大学², 岐阜大学³, イノベーションサイエンス(株)⁴

○(M1)鈴木 駿¹, (M2)小川 慎¹, (B)石井 晃一¹, 小田 昭紀¹, 太田 貴之², 上坂 裕之³, 渡邊 泰章⁴

Chiba Institute of Technology¹, Meijo University², Gifu University³, Innovation Science Inc.⁴

°S. Suzuki¹, S. Ogawa¹, K. Ishii¹, A. Oda¹, T. Ohta², H. Kousaka³, Y. Watanabe⁴

E-mail: s1522169kj@s.chibakoudai.jp

1. 背景

ダイヤモンドライクカーボン (Diamond-Like Carbon, 以下 DLC) 膜の成膜手法として, プラズマ支援化学気相成長 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition, 以下 PECVD) 法が多く利用されている. この DLC 膜の中でも,特に Si を含有した DLC 膜 (Si-DLC 膜) は低い摩擦係数を示し^[1],低摩擦性が要求される自動車部品等などの摺動部品への応用が期待されている. このとき, Si-DLC 成膜時のプラズマ生成用ガスとしてテトラメチルシラン (Tetramethylsilane, 以下 TMS) がよく用いられている. ここで, 異なる不活性ガスで希釈された CH₄ プラズマで成膜された DLC 膜は, 希釈ガス種によって成膜速度や膜硬度が変化することが報告されているが^[2], この TMS ガスを異なる不活性ガスでの希釈によるプラズマ特性や DLC 膜特性の変化については明らかではない.

本研究では, Ar, He, Ne という異なる不活性ガスで希釈された TMS ガスを用いて容量結合型 RF 低圧プラズマを生成し, 四重極質量分析装置を用い Si-DLC 成膜に寄与する電極に入射する炭化水素イオンの測定を行ったので, その結果について報告する.

2. 実験装置および条件

本研究で使用した実験装置は,円筒形のステンレス製チャンバ(直径 26 cm, 高さ 30 cm)の中に直径 15 cm の平板金属電極を電極間距離 6.7 cm で平行に配置した. このチャンバ内に希釈率 99%の3種類の異なる不活性ガス (Ar, He, Ne) で希釈された TMS (1%)の混合ガスを全ガス流量 20 sccm で導入し, チャンバ内の全ガス圧力 13 Pa で一定とした. その上で, 両金属電極間に高周波電力を印加してプラズマを生成した. このとき, 接地電極中央に空けた直径 100 μm のオリフィスからプラズマ中で生成された炭化水素イオンを取り込み, 四重極質量分析装置 (HIDEN ANARYTICAL 社製 EQP- 300) を用いて 2 次イオン質量分析法による測定を行った.

3. 結果および考察

Fig. 1 に Ar 希釈された TMS(1%)プラズマから接地電極中央のオリフィス (直径 100 μm) に入射するイオン検出量の電力依存性を示す. 本図から, 電力の増加に伴い炭化水素イオンの検出量が単調に増加するが 150 W 以上で飽和傾向を示している. これは, 電力の増加に伴って, 電極近傍において解離およびイオン化に寄与する高エネルギーの電子が増加したため, 炭化水素イオンの検出量が増加したと考えられる. また, 解離やイオン化がより多く行われることで, 原料ガスが枯渇し 150 W 以上でイオン検出量が飽和すると考えられる. He や Ne を希釈ガスとした TMS プラズマにおける計測を含めたその他結果に関しては, 講演当日に報告する.

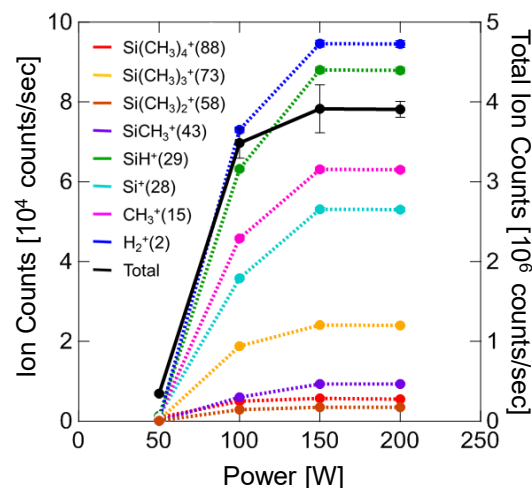


Fig. 1 Input-Power Dependence of Incident Ions on Electrode in Ar/TMS(1%) Plasma

文 献

- [1] 森 広行: 大気中無潤滑下における DLC-Si 膜の低摩擦特性, *J. Surf. Finish. Soc. Jpn.*, 59, pp.401-407 (2008)
- [2] Z. Sun, C.H. Lin, Y.L. Lee, J.R. Shi, B.K. Tay, X. Shi: Effects on the deposition and mechanical properties of diamond-like carbon film using different inert gases in methane plasma, *Thin Solid Films* 377-378 (2000)